

Docket No. 1232-4783

#6 6/6/02
Mellish

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Norihiro NANBA

Group Art Unit: 2873

Serial No.: 10/016,156 ✓

Examiner:

Filed: November 1, 2001

For: ZOOM LENS AND IMAGE TAKING APPARATUS USING THE SAME

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

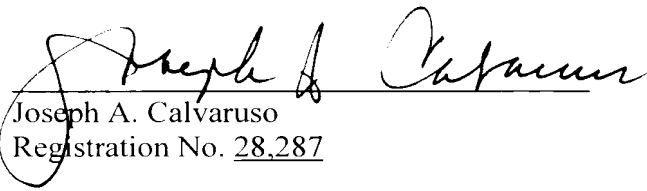
Application(s) filed in: Japan
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha
Serial No(s): 2000-335379
Filing Date(s): November 2, 2000

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: February 17, 2002

By:


Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



2873

Docket No. 1232-4783

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Norihiro NANBA

Group Art Unit: 2873

Serial No.: 10/016,156

Examiner:

Filed: November 1, 2001

For: ZOOM LENS AND IMAGE TAKING APPARATUS USING THE SAME

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Priority Convention
2. Certified copy of priority document
3. Return Receipt Postcard

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: February 12, 2002

By: Helen Tiger

Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

TO 2115 (JPO) 11/2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年11月 2日

出願番号

Application Number:

特願2000-335379

出願人

Applicant(s):

キヤノン株式会社

2001年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3102856

【書類名】 特許願

【整理番号】 4281012

【提出日】 平成12年11月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

【請求項の数】 16

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 難波 則廣

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

 【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

 【識別番号】 100086818

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009623

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9703877

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負の屈折力の第 1 群、正の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第 1 群と第 2 群との間隔が縮まり、第 2 群と第 3 群との間隔が広がるズームレンズにおいて、

該第 3 群は変倍時光軸に沿って移動するとともに正レンズと負レンズを接合した接合レンズを有し、第 i 群の構成レンズ枚数を $N L i$ とするとき、

$$N L 3 < N L 2 \leq N L 1$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 2 群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第 1 群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、かつ 3 枚以上のレンズで構成されることを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 2 群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第 1 群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 2 群は、正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径を $R a$ 、最も像側のレンズ面の曲率半径を $R b$ 、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $R c$ 、像側のレンズ面の曲率半径を $R d$ とするとき、

$$0.7 < R b / R a < 1.2$$

$$-0.6 < (R d + R c) / (R d - R c) < 0.6$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 5】 前記第 2 群の最も物体側のレンズ面は、物体側に凸形状でかつ、光軸から周辺に向って収斂作用が弱まるような非球面形状であることを特徴

とする請求項 1、2、3 又は 4 のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 3 群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 2 群の接合レンズの肉厚を d 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.3 < d / f_w < 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 2、3 又は 4 のズームレンズ。

【請求項 8】 前記第 2 群および前記第 3 群は、変倍時光軸に沿って移動するとともに該第 2 群は正レンズと負レンズで構成された接合レンズを有していることを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 3 群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離を f_{3n} 、第 3 群の焦点距離を f_3 、第 3 群の負レンズの材質のアッベ数を v_{3n} 、屈折率を N_{3n} とするとき、

$$0.8 < f_{3n} / f_3 < 1.7$$

$$v_{3n} < 40$$

$$1.7 < N_{3n}$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 10】 前記第 1 群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 11】 前記第 3 群が最も像側に位置する際の変倍位置を M_1 とし、広角端から変倍位置 M_1 への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3w} 、変倍位置 M_1 から望遠端への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3t} とするとき、

$$0.2 < x_{3w} / x_{3t} < 3.0$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 2】 前記第 3 群の望遠端での横倍率を β_{3t} とするとき、

$$0.6 < \beta_{3t} < 0.8$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 1 3】 前記第 3 群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うことを特徴とする請求項 1 ～ 1 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 4】 前記第 2 群は正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該第 2 群の接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_a 、最も像側のレンズ面の曲率半径を R_b 、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側レンズ面の曲率半径を R_c 、像側レンズ面の曲率半径を R_d 、該第 2 群の接合レンズの肉厚を d 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第 3 群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離を f_{3n} 、該第 3 群の焦点距離を f_3 、第 3 群の負レンズの材質のアッベ数を v_{3n} 、屈折率を N_{3n} とするとき、

$$0.7 < R_b / R_a < 1.2$$

$$-0.6 < (R_d + R_c) / (R_d - R_c) < 0.6$$

$$0.3 < d / f_w < 0.5$$

$$0.8 < f_{3N} / f_3 < 1.7$$

$$v_{3N} < 40$$

$$1.7 < N_{3n}$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 1 5】 第 3 群が最も像側に位置する際の変倍位置を M_1 とし、広角端から変倍位置 M_1 への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3w} 、変倍位置 M_1 から望遠端への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3t} 、第 3 群の望遠端での横倍率を β_{3t} とするとき、

$$0.2 < x_{3w} / x_{3t} < 3.0$$

$$0.6 < \beta_{3t} < 0.8$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 4 のズームレンズ。

【請求項 1 6】 請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項のズームレンズを有してい

ることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に負の屈折力のレンズ群が先行する全体として3つのレンズ群を有し、これらの各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより、レンズ系全体の小型化を図ったフィルム用のスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルカメラ等に好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルカメラ、電子スチルカメラ等のカメラ（光学機器）の高機能化に伴い、それに用いる光学系には高い光学性能と小型化の両立が求められている。

【0 0 0 3】

又、この種のカメラには、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する必要があるため、それに用いる光学系には比較的バックフォーカスの長いレンズ系が要求されている。さらに、カラーの撮像素子を用いたカメラの場合、色シェーディングを避けるため、それに用いる光学系には像側のテレセントリック特性の良いものが望まれている。

【0 0 0 4】

従来より、負の屈折力の第1群と正の屈折力の第2群の2つのレンズ群より成り、双方のレンズ間隔を変えて変倍を行う所謂ショートズームタイプのズームレンズが種々提案されている。これらのショートズームタイプの光学系では、正の屈折力の第2群を移動することで変倍を行い、負の屈折力の第1群を移動することで変倍に伴う像点位置の補正を行っている。これらの2つのレンズ群よりなるレンズ構成においては、ズーム比は2倍程度である。さらに2倍以上の高い変倍比を有しつつレンズ全体をコンパクトにまとめるため、特公平7-3507号公

報、特公平 6-40170 号公報等では像側に負または正の屈折力の第 3 群を配置し、高倍化に伴って発生する収差の補正を行っている 3 群ズームレンズが提案されている。

【0005】

しかしながら、これらの 3 群ズームレンズは主として 35mm フィルム写真用に設計されているため、固体撮像素子を用いた光学系に求められるバックフォーカスの長さ、良好なテレセントリック特性を両立したものとは言い難かった。

【0006】

バックフォーカスとテレセントリック特性の双方を満足する負、正、正の屈折力の 3 つのレンズ群より成る 3 群ズームレンズ系が特開昭 63-135913 号公報や、特開平 7-261083 号公報等で提案されている。また、特開平 3-288113 号公報には、負、正、正の屈折力の 3 群ズームレンズで負の屈折力の第 1 群を固定とし、正の屈折力の第 2 群と正の屈折力の第 3 群を移動させて変倍を行う光学系も開示されている。

【0007】

本出願人は特開 2000-111798 号公報において負、正、正の屈折力の 3 群構成の撮影レンズを開示している。この撮影レンズでは像面側にフィルター等を挿入するために必要な長さのレンズバックの確保と、固体撮像素子用として必要なテレセントリック特性を両立した上で、変倍比 2 以上としながら極力全長を短縮しコンパクトなズームレンズを達成している。

【0008】

また、物体側より順に負、正、正の屈折力の 3 群ズームレンズにおいて第 3 群が変倍時、物体側に凸状の軌跡で往復移動するズームレンズが米国特許第 4,969,878 号で提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

先の特開昭 63-135913 号公報、特開平 7-261083 号公報そして特開平 3-288113 号公報で提案されている 3 群ズームレンズは各レンズ群の構成枚数が比較的多く、レンズ全長が長くなる傾向があった。

【 0 0 1 0 】

特に特開平 7 - 2 6 1 0 8 3 号公報に記載される光学系では、正の屈折力の第 3 群を固定とし、負の屈折力の第 1 群を移動させて近距離物体へのフォーカシングを行うため、ズーミングでの移動とあいまってメカ構造の複雑化する傾向があった。

【 0 0 1 1 】

また、米国特許第 4, 9 9 9, 0 0 7 号公報には、負、正、正の屈折力の 3 群ズームレンズにおいて第 1 群、第 2 群をそれぞれ 1 枚の単レンズで構成したものも開示されている。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、同公報のズームレンズは広角端でのレンズ全長が比較的大きく、さらに広角端での第 1 群と絞りが大きく離れており軸外光線の入射高が大きくなり第 1 群を構成するレンズの径が増大してしまうため、レンズ系全体が大きくなっていく傾向があった。また、第 1 群と第 2 群は構成レンズ枚数が 1 枚のためレンズ群内における収差補正が不十分であった。特に変倍時の倍率色収差の変動は軸外光線の光軸からの高さの変動が大きい第 1 群内にて発生しやすいが、第 1 群を負レンズ 1 枚としているのでレンズ群内で十分な収差補正がされておらず、全系においても倍率色収差の変動が大きくなる傾向があった。

また、米国特許第 4, 8 2 4, 2 2 3 号公報には、負、正、正の屈折力の 3 群構成のプロジェクター用光学系が開示されている。この光学系では第 1 群が負レンズ 1 枚のためレンズ群内の収差補正が十分になされておらず、変倍比が 1. 7 程度であり高変倍には向いていない。

【 0 0 1 3 】

また、物体側より順に、負、正、正の屈折力の 3 群ズームレンズにおいて第 3 群を負レンズと正レンズを含む複数のレンズで構成されたズームレンズが米国特許第 4, 8 3 8, 6 6 6 号、特開昭 6 2 - 2 0 0 3 1 6 号公報、特開平 2 - 1 1 8 5 0 9 号公報、米国特許第 4, 9 9 9, 0 0 7 号、米国特許第 5, 8 3 5, 2 8 7 号、特開平 5 - 1 7 3 0 7 3 号公報、特公昭 6 0 - 4 2 4 5 1 号公報で提案されている。

【 0 0 1 4 】

これらのうち米国特許第 4, 8 3 8, 6 6 6 号、特開昭 6 2 - 2 0 0 3 1 6 号公報、特開平 2 - 1 1 8 5 0 9 号公報では第 3 群が変倍時固定であり、高倍化したときに変倍全域にて良好な性能を維持するのが難しくなる傾向があった。

又米国特許第 4, 9 9 9, 0 0 7 号、米国特許第 5, 8 3 5, 2 8 7 号では第 1 群、第 2 群の構成レンズ枚数が 1 ないし 2 枚程度と少なく高変倍と性能の両立が困難である。特開平 5 - 1 7 3 0 7 3 号公報では第 3 群を正レンズと負レンズとが空気間隔を隔てて配置された構成をとっておりこれらの相対的な偏芯による性能劣化が起こりやすい。

【 0 0 1 5 】

特公昭 6 0 - 4 2 4 5 1 号では第 2 群の構成レンズ枚数が 4 ~ 5 枚と多く小型化の面で課題があった。

【 0 0 1 6 】

本発明は、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【 0 0 1 7 】

さらに、本発明では、次の事項のうち少なくとも 1 つを満足するズームレンズを得ることを目的としている。

- ・ 第 2 群のレンズ構成枚数を少なくしつつ、変倍の際に移動するレンズ群の収差分担を減らし、製造誤差によるレンズ群相互の偏心等での性能劣化を少なくし、製造の容易なこと。
- ・ 固体撮像素子を用いた撮影系に好適な良好な像側テレセントリック結像をもたせる事。
- ・ 変倍に伴う倍率色収差の変動が少ないこと。
- ・ 第 3 群の変倍時の移動軌跡を最適にすることでズーム中間での結像性能を良好にして変倍全域にて良好な性能とし、かつ射出瞳を像面から十分に遠ざけ、第 1 群の変倍に伴う移動距離を低減してメカニカルカムに好適な構成とすること。
- ・ 沈胴ズームレンズに要求される各レンズ群の光軸上の長さや各レンズ群のズーミング及びフォーカシングによる光軸上の移動量を短くすること。

・近距離物体へのフォーカシング機構を簡素化すること。

【0018】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは物体側より順に、負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第1群と第2群との間隔が縮まり、第2群と第3群との間隔が広がるズームレンズにおいて、

該第3群は変倍時光軸に沿って移動するとともに正レンズと負レンズを接合した接合レンズを有し、第*i*群の構成レンズ枚数を NL_i とすると、

$$NL_3 < NL_2 \leq NL_1$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0019】

請求項2の発明は請求項1の発明において前記第2群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第1群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、かつ3枚以上のレンズで構成されることを特徴としている。

【0020】

請求項3の発明は請求項1の発明において前記第2群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第1群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴としている。

【0021】

請求項4の発明は請求項1の発明において前記第2群は、正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_a 、最も像側のレンズ面の曲率半径を R_b 、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_c 、像側のレンズ面の曲率半径を R_d とすると、

$$0.7 < R_b / R_a < 1.2$$

$$-0.6 < (R_d + R_c) / (R_d - R_c) < 0.6$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

請求項 5 の発明は請求項 1、2、3 又は 4 の発明において前記第 2 群の最も物体側のレンズ面は、物体側に凸形状でかつ、光軸から周辺に向って収斂作用が弱まるような非球面形状であることを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

請求項 6 の発明は請求項 1 から 5 のいずれか 1 項の発明において前記第 3 群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動することを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

請求項 7 の発明は請求項 2、3 又は 4 の発明において前記第 2 群の接合レンズの肉厚を d 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.3 < d / f_w < 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

請求項 8 の発明は請求項 1 の発明において前記第 2 群および前記第 3 群は、変倍時光軸に沿って移動するとともに該第 2 群は正レンズと負レンズで構成された接合レンズを有していることを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

請求項 9 の発明は請求項 1 から 8 のいずれか 1 項の発明において前記第 3 群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離を f_{3N} 、第 3 群の焦点距離を f_3 、第 3 群の負レンズの材質のアッベ数を v_{3N} 、屈折率を N_{3n} とするとき、

$$0.8 < f_{3N} / f_3 < 1.7$$

$$v_{3N} < 40$$

$$1.7 < N_{3n}$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

請求項 10 の発明は請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の発明において前記第 1 群

は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 1 の発明は請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項の発明において前記第 3 群が最も像側に位置する際の変倍位置を $M 1$ とし、広角端から変倍位置 $M 1$ への変倍時の第 3 群の移動距離を $x 3 w$ 、変倍位置 $M 1$ から望遠端への変倍時の第 3 群の移動距離を $x 3 t$ とするとき、

$$0.2 < x 3 w / x 3 t < 3.0$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 2 の発明は請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項の発明において前記第 3 群の望遠端での横倍率を $\beta 3 t$ とするとき、

$$0.6 < \beta 3 t < 0.8$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 3 の発明は請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項の発明において前記第 3 群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うことを特徴としている。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 4 の発明は請求項 1 の発明において前記第 2 群は正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該第 2 群の接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径を $R a$ 、最も像側のレンズ面の曲率半径を $R b$ 、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側レンズ面の曲率半径を $R c$ 、像側レンズ面の曲率半径を $R d$ 、該第 2 群の接合レンズの肉厚を d 、広角端における全系の焦点距離を $f w$ 、前記第 3 群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離を $f 3 n$ 、該第 3 群の焦点距離を $f 3$ 、第 3 群の負レンズの材質のアッベ数を $v 3 n$ 、屈折率を $N 3 n$ とするとき、

$$0.7 < R b / R a < 1.2$$

$$-0.6 < (R d + R c) / (R d - R c) < 0.6$$

$$0.3 < d / f_w < 0.5$$

$$0.8 < f_{3N} / f_3 < 1.7$$

$$v_{3N} < 40$$

$$1.7 < N_{3n}$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【 0 0 3 2 】

請求項 15 の発明は請求項 14 の発明において第 3 群が最も像側に位置する際の変倍位置を M1 とし、広角端から変倍位置 M1 への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3w} 、変倍位置 M1 から望遠端への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3t} 、第 3 群の望遠端での横倍率を β_{3t} とするとき、

$$0.2 < x_{3w} / x_{3t} < 3.0$$

$$0.6 < \beta_{3t} < 0.8$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

請求項 16 の発明の光学機器は請求項 1 から 15 のいずれか 1 項のズームレンズを有していることを特徴としている。

【 0 0 3 4 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の実施形態の数値実施例 1 のズームレンズのレンズ断面図である。図 2 ～図 4 は数値実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【 0 0 3 5 】

図 5 は本発明の実施形態の数値実施例 2 のズームレンズのレンズ断面図である。図 6 ～図 8 は数値実施例 2 の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【 0 0 3 6 】

図 9 は本発明の実施形態の数値実施例 3 のズームレンズのレンズ断面図である。図 10 ～図 12 は数値実施例 3 の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【 0 0 3 7 】

図 1 3 は本発明の実施形態の数値実施例 4 のズームレンズのレンズ断面図である。図 1 4 ～図 1 6 は数値実施例 4 の広角端，中間のズーム位置，望遠端における収差図である

図 1 7 は本発明の実施形態の数値実施例 5 のズームレンズのレンズ断面図である。図 1 8 ～図 2 0 は数値実施例 5 の広角端，中間のズーム位置，望遠端における収差図である。

【 0 0 3 8 】

図 2 1 は本発明の光学機器の要部概略図である。

【 0 0 3 9 】

各数値実施例のレンズ断面図において、L 1 は負の屈折力の第 1 群（第 1 レンズ群）、L 2 は正の屈折力の第 2 群（第 2 レンズ群）、L 3 は正の屈折力の第 3 群（第 3 レンズ群）、S P は開口絞り、I P は像面である。G はフィルターや色分解プリズム等のガラスブロックである。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、物体側より順に、負の屈折力の第 1 群、正の屈折力の第 2 群そして正の屈折力の第 3 群の 3 つの群を有しており、広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 群は像側に凸状の往復運動もしくはこの一部の運動、第 2 群は物体側に移動し、第 3 群は像側に凸状の軌跡またはその一部の軌跡にて移動する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態のズームレンズは、基本的には負の屈折力の第 1 群と正の屈折力の第 2 群とで所謂広角ショートズーム系を構成しており、正の屈折力の第 2 群の移動により変倍を行い、負の屈折力の第 1 群の往復移動によって変倍に伴う像点の移動を補正している。そして、正の屈折力の第 3 群は撮像素子の小型化に伴う撮影レンズの屈折力の増大を分担し、第 1、第 2 群で構成されるショートズーム系の屈折力を減らすことで特に第 1 群を構成するレンズでの収差の発生を抑え良好な光学性能を達成している。また、特に固体撮像素子等を用いた撮影装置に必要な像側のテレセントリックな結像を正の屈折力の第 3 群をフィールドレンズの役

割を持たせることで達成している。また、第3群を変倍時移動させることにより第3群に入射する軸外光線の光軸からの高さをコントロールできるため軸外諸収差に対する補正能力が高まり、変倍全域に渡ってさらに良好な性能を実現している。

【0042】

そして広角端から望遠端への変倍に際して、第1群と第2群との間隔が縮まり、第2群と第3群との間隔が広がるズームタイプを用い、該第3群は正レンズと負レンズを接合した接合レンズを有し、第*i*群の構成枚数を NL_i としたとき

$$NL_3 < NL_2 \leq NL_1 \quad \cdots (1)$$

を満足するようにしている。

【0043】

このように各レンズ群のレンズ枚数が条件式(1)を満足するように構成することによってレンズ系全体の構成レンズ枚数を少なくしつつ、全変倍範囲にわたり、収差変動が少なく高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

【0044】

本発明の目的とするズームレンズは以上の構成によって初期の目的を達成されるが、更に全変倍範囲及び画面全体にわたり、高い光学性能を得るには次の構成のうちの1以上を満足させるのが良い。

【0045】

(ア-1) 前記第2群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第1群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、かつ3枚以上のレンズで構成されることである。

【0046】

(ア-2) 前記第2群は、物体側より順に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズから成り、前記第1群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することである。

【0047】

(ア-3) 前記第2群は、正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_a 、最も像側のレンズ面の曲率半径を R_b 、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_c 、像側のレンズ面の曲率半径を R_d とするとき、

$$0.7 < R_b / R_a < 1.2 \quad \dots (2)$$

$$-0.6 < (R_d + R_c) / (R_d - R_c) < 0.6 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足することである。

【0048】

(ア-4) 前記第2群の最も物体側のレンズ面は、物体側に凸形状でかつ、光軸から周辺に向って収斂作用が弱まるような非球面形状であることである。

【0049】

(ア-5) 前記第3群は、広角端から望遠端への変倍に際し、像側に凸状の軌跡にて移動することである。

【0050】

(ア-6) 前記第2群の接合レンズの肉厚を d 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.3 < d / f_w < 0.5 \quad \dots (4)$$

なる条件式を満足することである。

【0051】

(ア-7) 前記第2群および前記第3群は、変倍時光軸に沿って移動するとともに該第2群は正レンズと負レンズで構成された接合レンズを有していることである。

【0052】

(ア-8) 前記第3群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離を f_{3n} 、第3群の焦点距離を f_3 、第3群の負レンズの材質のアッベ数を v_{3n} 、屈折率を N_{3n} とするとき、

$$0.8 < f_{3n} / f_3 < 1.7 \quad \dots (5)$$

$$v_{3n} < 40 \quad \dots (6)$$

$$1. \quad 7 < N_{3n} \quad \cdots (7)$$

なる条件式を満足することである。

【0053】

(アー 9) 前記第 1 群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有することである。

【0054】

(アー 10) 前記第 3 群が最も像側に位置する際の変倍位置を M1 とし、広角端から変倍位置 M1 への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3w} 、変倍位置 M1 から望遠端への変倍時の第 3 群の移動距離を x_{3t} とするとき、

$$0.2 < x_{3w} / x_{3t} < 3.0 \quad \cdots (8)$$

の条件式を満足することである。

【0055】

(アー 11) 前記第 3 群の望遠端での横倍率を β_{3t} とするとき、

$$0.6 < \beta_{3t} < 0.8 \quad \cdots (9)$$

なる条件式を満足することである。

【0056】

(アー 12) 前記第 3 群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うことである。

【0057】

(アー 13) 前記第 2 群は正レンズと負レンズを接合した接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズを有し、該第 2 群の接合レンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_a 、最も像側のレンズ面の曲率半径を R_b 、該両レンズ面が凸面の正レンズの物体側レンズ面の曲率半径を R_c 、像側レンズ面の曲率半径を R_d 、該第 2 群の接合レンズの肉厚を d 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第 3 群の接合レンズを構成する負レンズの焦点距離を f_{3n} 、該第 3 群の焦点距離を f_3 、第 3 群の負レンズの材質のアッベ数を v_{3n} 、屈折率を N_{3n} とするとき、

$$0.7 < R_b / R_a < 1.2 \quad \cdots (2)$$

$$-0.6 < (R_d + R_c) / (R_d - R_c) < 0.6 \quad \dots (3)$$

$$0.3 < d / f_w < 0.5 \quad \dots (4)$$

$$0.8 < f_{3N} / f_3 < 1.7 \quad \dots (5)$$

$$v_{3N} < 40 \quad \dots (6)$$

$$1.7 < N_{3n} \quad \dots (7)$$

なる条件式を満足することである。

【0058】

(ア-14) 第3群が最も像側に位置する際の変倍位置をM1とし、広角端から変倍位置M1への変倍時の第3群の移動距離を x_{3w} 、変倍位置M1から望遠端への変倍時の第3群の移動距離を x_{3t} 、第3群の望遠端での横倍率を β_{3t} とすると、

$$0.2 < x_{3w} / x_{3t} < 3.0 \quad \dots (8)$$

$$0.6 < \beta_{3t} < 0.8 \quad \dots (9)$$

なる条件式を満足することである。

【0059】

次に本発明のズームレンズの前記構成(ア-1)～(ア-14)を用いたときの光学性能の特徴について総括的に説明する。

【0060】

絞りを第2群の物体側に置き、広角側での入射瞳と第1群との距離を縮めることで第1群を構成するレンズの有効外径の増大をおさえるとともに、正の屈折力の第2群の物体側に配置した絞りを挟んで第1群と第3群とで軸外の諸収差を打ち消すことで構成レンズ枚数を増やさずに良好な光学性能を得ている。

【0061】

数値実施例1、2、3、5においては、負の屈折力の第1群を物体側から順に正レンズ11、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ12、凹レンズ13、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ14で構成し、正の屈折力の第2群を物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ21と像側に凹面を向けた負レンズ22からなる接合レンズ、および両レンズ面が凸面の正レンズ23で構成し、正の屈折力の第3群を正レンズ31と負レンズ32からなる接合レンズで構

成している。

【0062】

第1群は、正レンズ11と負レンズ12間の空気レンズにて主に広角端で発生しがちな樽型の歪曲収差を補正している。第1群に非球面を用いる事で同様に歪曲収差の補正は可能であるが、第1群は他群に比べレンズ外径が大きいため、ガラスモールドにて非球面レンズを製作する場合には、成形タクトが長くなり成形が難しくなる。

【0063】

なお、第1群を構成する負レンズ12、正レンズ14は、軸外主光線の屈折によって生じる軸外収差の発生を抑えるために絞り中心を中心とする同心球面に近い形状をとっている。すなわち、負レンズ12は像側に凹面を向けたメニスカス形状とし、正レンズ14は物体側に凸面を向けたメニスカス形状としている。

【0064】

なお、第1群と別の構成としては正レンズ11を省いた図13の実施例4の構成でもよい。この場合は前述の歪曲収差補正能力が低くなるが、使用目的により歪曲収差が許容される場合は問題ない。

【0065】

第2群は2群3枚構成としている。従来2群を正、負、正のレンズより成る3群3枚のトリプレットで構成したものはあるが、物体側の正レンズと負レンズとの相対的な偏芯による性能劣化が大きかった。これは特に両レンズ間に形成される空気レンズの敏感度が高いためである。本発明では正レンズ21と負レンズ22を接合レンズとして、製造誤差のよる性能劣化を極めて小さくしている。

【0066】

また負レンズ22と正レンズ23との間にて軸外コマ収差を良好に補正している。

【0067】

尚、球面収差を良好に補正するためには正レンズ21の物体側レンズ面を物体側に凸面を向け、光軸から周辺に向って収斂作用が弱まるような非球面形状とするのが良い。

【0068】

なお、正レンズ23は負レンズと正レンズから構成される接合レンズとしても良く、これによれば色収差補正能力が高まる。

【0069】

第2群は以上の構成とすることにより極めて少ないレンズ枚数でコンパクト化を達成しながら良好な光学性能を得ている。

【0070】

第3群は正レンズと負レンズからなる接合レンズで構成し、特に変倍範囲全域に渡って主に倍率色収差を良好に補正している。倍率色収差の変倍時の変動は第1群にて発生するが、第3群を接合レンズとすると、第1群は変動量の補正を主眼に硝材の選択を行い、第3群は絶対量の補正を主眼に硝材の選択を行うことで、変倍全域に渡って極めて良好な補正を可能としている。

【0071】

また第3群を正レンズ1枚とした場合は、倍率色収差の発生を抑えるために低分散の硝材を選ぶ必要がある。低分散ガラスは比較的低屈折率であるため、ペッツバル和が正の方向に大きくなりアンダーの像面彎曲が発生しがちとなる。そこで本発明では接合レンズとすることにより比較的高屈折率の硝材を使用できるようにして、倍率色収差補正と像面彎曲補正の両立を図っている。

【0072】

本実施形態では近距離物体にフォーカスする場合には、第3群を一体で物体側に移動させるリアフォーカス式を用いている。これによりフォーカシングによる前玉径の増大を防止し、かつ最短撮像距離が短縮し、フォーカス群の軽量化を図っている。

【0073】

負、正、正の屈折力のレンズ群より成る3群ズームレンズにおいて第3群をフォーカスレンズとして用いる場合、望遠側程繰り出し量が増す傾向にある。第3群が広角端から望遠端に向って物体側に移動する場合は、第3群は変倍時の移動量と望遠端での繰り出し量の和の移動量を要する。よって第3群の移動距離が長くなるため第3群を光軸方向に駆動させるためのシャフト長さが増大し小型化の

面では不利である。

【 0 0 7 4 】

第 3 群が広角端から望遠端に向って像側に移動する場合は、変倍のための移動範囲と望遠端での物体側への繰り出し範囲がオーバーラップするため第 3 群の移動ストローク自体は短縮されコンパクト化には有利である。このとき広角端から望遠端への射出瞳変動が大きくなって来る。一般に CCD 等の固体撮像素子ではマイクロレンズアレイを配置して極力画素の有効部に光を集光して感度を向上させている。マイクロレンズアレイは特定の射出瞳にて最も集光性が高まるように構成されるが、この射出瞳から許容量以上外れると輝度シェーディング、色シェーディングが顕著となってくる。よって射出瞳変動があまり大きいと変倍全域にてシェーディングを許容量以内に収めることが困難となるため、射出瞳変動を低減させることが望ましい。絞りを第 2 群と一体で移動させると広角端から望遠端に向って射出瞳がマイナス側に変化するが、第 3 群が像側に移動するとこの変化を増長させる。

【 0 0 7 5 】

第 3 群を広角端と望遠端で光軸上同様の位置とすると移動ストローク短縮と射出瞳変動低減を両立させやすい。さらに変倍比を高めた場合は第 1 群と第 2 群の移動にて変倍全域での諸収差をキャンセルさせることが難しくなるが、この場合第 3 群を非線型に移動させると有効である。

【 0 0 7 6 】

この様な例として第 3 群を広角端から望遠端に向って物体側に凸状の軌跡とする、もしくは像側に凸状の軌跡とすることが考えられる。各レンズ群を非撮影時に通常の移動範囲よりもさらに像側に移動させてレンズ全長を短縮する所謂沈胴構成は周知である。このような沈胴構成とする場合、第 3 群は極力物体側に移動させないようにすると沈胴端からの移動ストロークが短縮されるため、第 3 群を駆動させるシャフト長が短縮されコンパクト化の面で有利である。

【 0 0 7 7 】

また、第 3 群を像側に凸状の軌跡とすると、物体側に凸状の軌跡とした場合に比べ第 1 群の像側に向けた凸軌跡がゆるくなる。よって回転運動を直進運動に変

換するメカニカルカムにて第 1 群を駆動させる場合は、カムの角度が小さくなるため回転運動を直進運動に変換するときの応力が弱まるというメリットがある。これにより駆動トルクの小さなモーターが使用可能となる。

【 0 0 7 8 】

以上の理由より本発明のズームレンズは第 3 群を広角端から望遠端に向って像側に凸状の軌跡にて移動させている。

【 0 0 7 9 】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

条件式 (2) は第 2 群の接合レンズの物体側のレンズ面と像側のレンズ面の曲率半径の比を規定する式である。

【 0 0 8 0 】

上限を超えて曲率半径 R_b が R_a に対して大きくなりすぎると曲率半径 R_b の面の屈折力が弱まる。曲率半径 R_b の面は第 2 群のペッツバール量を補正している主たる面であるため結果として像面がアンダーとなりよくない。下限を超えて曲率半径 R_b が R_a に対して小さくなりすぎると曲率半径 R_b の面へ入射する軸外光束において一方のマージナル光線は入射角が小さく、他方のマージナル光線の入射角が大きくなる。とりわけ入射角が大きくなる側の光線がフレア光線となり結像性能を低下させるためよくない。

【 0 0 8 1 】

条件式 (3) は第 2 群の正レンズの形状因子を規定する式である。

【 0 0 8 2 】

正レンズには比較的アフォーカルに近い軸上光束が入射するが、上限を超えて像側レンズ面の曲率が強まり平凸レンズに近づくと、軸上光束を収斂させる作用を像側面で負担する比率が高まり球面収差が補正不足となるためよくない。また下限を超えて物体側レンズ面の曲率が強まりと凸平レンズに近づくと軸外主光線の物体側レンズ面への入射角が大きくなるため、過度の非点隔差が発生するためよくない。

【 0 0 8 3 】

条件式 (4) の上限を超えて接合レンズの肉厚が広角端焦点距離に対して大き

くなると、第2群が光軸方向に大型化するためコンパクト化の点で不利である。また下限を超えて小さくなると、接合レンズにおける球面収差補正とコマ収差補正の両立が困難となるためよくない。

【0084】

条件式(5)は第3群の接合レンズを構成する負レンズの屈折力を規定する式である。上限を超えて屈折力が弱まる場合は硝材を高分散なものとしても倍率色収差の補正不足となるため良くない。また下限を超えて屈折力が強まると接合面の曲率が強まるため接合レンズを構成する正レンズの中心肉厚が大きくなり第3群が厚くなるためコンパクト化の点でよくない。

【0085】

条件式(6)は第3群の接合レンズを構成する負レンズの材質のアッベ数を規定する式であり、上限を超えて低分散となると倍率色収差補正不足となるため良くない。

【0086】

条件式(7)は第3群の接合レンズを構成する負レンズの材質の屈折率を規定する式であり、下限を超えて屈折率が小さいとペッツバール和が正に大きくなりアンダーの像面彎曲となるため良くない。

【0087】

条件式(8)は第3群の移動軌跡を規定する式である。第3群が像側に凸の軌跡で移動することを前提とすると、式(8)は1未満では第3群は望遠端にて広角端より像側に位置し、これとは逆に1より大きい場合は第3群は望遠端にて広角端より物体側に位置する。

【0088】

条件式(8)の上限を超える場合は移動ストロークが長すぎるため第3群を光軸方向に移動させるための駆動シャフトが長すぎ沈胴構成に不適となるためよくない。下限を超える場合は射出瞳変動が大きく、CCDでのシェーディング発生が過多となり良くない。

【0089】

条件式(9)は望遠端での第3群の倍率を規定する式である。第3群の望遠端

でのフォーカス敏感度は以下にて表される。

【0090】

$$1 - \beta_3 t^2$$

$\beta_3 t$ が大きいとフォーカス敏感度が小さくなるためフォーカス調整のための移動量を大きく確保しなければならない。条件式(9)の上限を超えると第3群のフォーカス敏感度が著しく低下するために第3群の移動範囲を大きくしなければならずコンパクト化の点でよくない。

【0091】

また下限を超えるとフィルターを挿入するための十分なバックフォーカスが確保できなくなるためよくない。

【0092】

以下に、数値実施例1～5の数値データを示す。各数値実施例において、 i は物体側からの面の順序を示し、 R_i は第 i 面の曲率半径、 D_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間のレンズ肉厚および空気間隔、 N_i 、 ν_i はそれぞれ d 線に対する屈折率、アッベ数を示す。また、もっとも像側の2つの面は水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学部材である。また、 B 、 C 、 D 、 E は非球面係数である。非球面形状は光軸からの高さ H の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とするとき

【0093】

【数1】

$$x = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

【0094】

で表される。但し R は曲率半径、 K は円錐定数である。

【0095】

又、 $[e - X]$ は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。

【0096】

又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表 1 に示す。

[数値実施例 1]

なお、以下数値実施例すべてに関して中間位置は第 3 群が最も像側に位置する
ポジションで示す。

以下レンズデータを示す。

【 0 0 9 7 】

【外 1】

$f=1 \sim 3.00$ $Fno=2.79 \sim 4.80$ $2\omega=61.9^\circ \sim 22.6^\circ$

R 1 = 6.069	D 1 = 0.41	N 1 = 1.772499	ν 1 = 49.6
R 2 = -75.425	D 2 = 0.07		
R 3 = 4.051	D 3 = 0.15	N 2 = 1.712995	ν 2 = 53.9
R 4 = 1.721	D 4 = 0.49		
R 5 = -5.831	D 5 = 0.15	N 3 = 1.743997	ν 3 = 44.8
R 6 = 1.548	D 6 = 0.32		
R 7 = 1.892	D 7 = 0.33	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 = 4.061	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 0.13		
R10 = 0.832	D10 = 0.40	N 5 = 1.743300	ν 5 = 49.3
R11 = 2.148	D11 = 0.09	N 6 = 1.805181	ν 6 = 25.4
R12 = 0.758	D12 = 0.15		
R13 = 3.359	D13 = 0.25	N 7 = 1.772499	ν 7 = 49.6
R14 = -3.390	D14 = 可変		
R15 = 13.442	D15 = 0.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6
R16 = -2.616	D16 = 0.09	N 9 = 1.846660	ν 9 = 23.9
R17 = -4.542	D17 = 可変		
R18 = ∞	D18 = 0.55	N10 = 1.516330	ν 10 = 64.1
R19 = ∞			

＼焦点距離 1.00 1.97 3.00

可変間隔＼

D 8	3.09	1.23	0.43
D14	0.72	2.16	3.25
D17	0.73	0.54	0.71

非球面係数

R10 $k=1.83870e-01$ $B=-1.23425e-01$ $C=-1.41170e-01$ $D=-1.16649e-01$ $E=-5.80479e-01$

【0 0 9 8】

[数值实施例 2]

【0 0 9 9】

【外 2】

 $f=1 \sim 3.00 \quad Fno=2.77 \sim 4.90 \quad 2\omega=52.4^\circ \sim 18.6^\circ$

R 1 = 4.174	D 1 = 0.34	N 1 = 1.696797	ν 1 = 55.5
R 2 = -27.819	D 2 = 0.03		
R 3 = 2.440	D 3 = 0.12	N 2 = 1.712995	ν 2 = 53.9
R 4 = 1.450	D 4 = 0.41		
R 5 = -3.954	D 5 = 0.12	N 3 = 1.743997	ν 3 = 44.8
R 6 = 1.198	D 6 = 0.22		
R 7 = 1.390	D 7 = 0.27	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 = 2.677	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 0.10		
R10 = 0.690	D10 = 0.31	N 5 = 1.743300	ν 5 = 49.3
R11 = 1.620	D11 = 0.07	N 6 = 1.805181	ν 6 = 25.4
R12 = 0.634	D12 = 0.12		
R13 = 2.777	D13 = 0.21	N 7 = 1.772499	ν 7 = 49.6
R14 = -3.050	D14 = 可変		
R15 = 8.577	D15 = 0.07	N 8 = 1.761821	ν 8 = 26.5
R16 = 2.619	D16 = 0.25	N 9 = 1.719995	ν 9 = 50.2
R17 = -4.376	D17 = 可変		
R18 = ∞	D18 = 0.45	N10 = 1.516330	ν 10 = 64.1
R19 = ∞			

\ 焦点距離 1.00 2.17 3.00			
可変間隔\			
D 8	2.48	0.85	0.37
D14	0.64	2.19	2.99
D17	0.67	0.44	0.53

非球面係数

 $R10 \quad k=1.37419e-01 \quad B=-1.93961e-01 \quad C=-3.35111e-01 \quad D=-1.88952e-01 \quad E=-3.10932e+00$

【0 1 0 0】

[数值实施例 3]

【0 1 0 1】

【外 3】

$f=1 \sim 3.00$ $Fno=2.80 \sim 5.20$ $2\omega=61.9^\circ \sim 22.6^\circ$

R 1 = 5.629	D 1 = 0.44	N 1 = 1.772499	ν 1 = 49.6
R 2 = -69.260	D 2 = 0.04		
R 3 = 3.085	D 3 = 0.15	N 2 = 1.712995	ν 2 = 53.9
R 4 = 1.526	D 4 = 0.62		
R 5 = -3.760	D 5 = 0.15	N 3 = 1.785896	ν 3 = 44.2
R 6 = 1.563	D 6 = 0.27		
R 7 = 1.855	D 7 = 0.29	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 = 4.519	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 0.13		
R10 = 0.835	D10 = 0.40	N 5 = 1.583126	ν 5 = 59.4
R11 = 2.191	D11 = 0.09	N 6 = 1.761821	ν 6 = 26.5
R12 = 0.909	D12 = 0.13		
R13 = 6.364	D13 = 0.25	N 7 = 1.712995	ν 7 = 53.9
R14 = -2.070	D14 = 可変		
R15 = 19.250	D15 = 0.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6
R16 = -2.573	D16 = 0.09	N 9 = 1.846660	ν 9 = 23.9
R17 = -4.634	D17 = 可変		
R18 = ∞	D18 = 0.55	N10 = 1.516330	ν 10 = 64.1
R19 = ∞			

＼焦点距離	1.00	1.71	3.00
可変間隔＼			
D 8	2.86	1.43	0.41
D14	0.87	1.98	3.48
D17	0.81	0.71	1.00

非球面係数

R10 $k=1.61455e-01$ $B=-1.62311e-01$ $C=-1.79179e-01$ $D=4.87115e-02$ $E=-8.62775e-01$

【0 1 0 2】

[数值实施例 4]

【0 1 0 3】

【外 4】

$f=1 \sim 3.00$ $Fno=3.23 \sim 5.60$ $2\omega=61.9^\circ \sim 22.6^\circ$

R 1 = 11.353	D 1 = 0.15	N 1 = 1.487490	ν 1 = 70.2
R 2 = 1.953	D 2 = 0.49		
R 3 = -3.809	D 3 = 0.15	N 2 = 1.516330	ν 2 = 64.1
R 4 = 2.862	D 4 = 0.28		
R 5 = 2.969	D 5 = 0.33	N 3 = 1.846660	ν 3 = 23.9
R 6 = 5.113	D 6 = 可変		
R 7 = 絞り	D 7 = 0.13		
R 8 = 0.855	D 8 = 0.40	N 4 = 1.743300	ν 4 = 49.3
R 9 = 1.879	D 9 = 0.09	N 5 = 1.805181	ν 5 = 25.4
R10 = 0.772	D10 = 0.14		
R11 = 2.655	D11 = 0.25	N 6 = 1.772499	ν 6 = 49.6
R12 = -4.791	D12 = 可変		
R13 = 15.428	D13 = 0.30	N 7 = 1.696797	ν 7 = 55.5
R14 = -2.134	D14 = 0.09	N 8 = 1.805181	ν 8 = 25.4
R15 = -3.823	D15 = 可変		
R16 = ∞	D16 = 0.55	N 9 = 1.516330	ν 9 = 64.1
R17 = ∞			

焦点距離	1.00	1.98	3.00
可変間隔			
D 6	3.06	1.19	0.40
D12	0.74	2.25	3.40
D15	0.80	0.61	0.78

非球面係数

R8 $k=1.71792e-01$ B=-1.03820e-01 C=-1.10914e-01 D=-1.70712e-01 E=-1.19265e-01

【0 1 0 4】

[数值実施例 5]

【0 1 0 5】

【外 5】

$f=1 \sim 3.00$ $Fno=2.74 \sim 4.80$ $2\omega=61.9^\circ \sim 22.6^\circ$

R 1 = 4.930	D 1 = 0.44	N 1 = 1.603112	ν 1 = 60.6
R 2 = -52.251	D 2 = 0.04		
R 3 = 4.310	D 3 = 0.15	N 2 = 1.712995	ν 2 = 53.9
R 4 = 1.641	D 4 = 0.50		
R 5 = -7.359	D 5 = 0.15	N 3 = 1.743997	ν 3 = 44.8
R 6 = 1.494	D 6 = 0.31		
R 7 = 1.793	D 7 = 0.33	N 4 = 1.846660	ν 4 = 23.9
R 8 = 3.652	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 0.13		
R10 = 0.792	D10 = 0.40	N 5 = 1.806100	ν 5 = 40.7
R11 = 2.392	D11 = 0.09	N 6 = 1.846660	ν 6 = 23.9
R12 = 0.673	D12 = 0.16		
R13 = 2.182	D13 = 0.25	N 7 = 1.804000	ν 7 = 46.6
R14 = -5.890	D14 = 可変		
R15 = 14.950	D15 = 0.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6
R16 = -2.034	D16 = 0.09	N 9 = 1.846660	ν 9 = 23.9
R17 = -4.270	D17 = 可変		
R18 = ∞	D18 = 0.55	N10 = 1.516330	ν 10 = 64.1
R19 = ∞			

焦点距離	1.00	1.99	3.00
可変間隔			
D 8	2.88	1.16	0.44
D14	0.76	2.18	3.26
D17	0.63	0.45	0.61

非球面係数

R10 $k=1.19329e-01$ $B=-1.10868e-01$ $C=-1.53042e-01$ $D=1.64718e-02$ $E=-9.83342e-01$

【 0 1 0 6 】

【表 1】

	数値実施例				
	1	2	3	4	5
条件式 (2)	0.91	0.92	1.09	0.90	0.85
条件式 (3)	0.01	0.05	-0.51	0.29	0.46
条件式 (4)	0.49	0.39	0.49	0.49	0.49
条件式 (5)	1.59	1.17	1.35	1.25	0.99
条件式 (6)	23.9	26.5	23.9	25.4	23.9
条件式 (7)	1.847	1.762	1.847	1.805	1.847
条件式 (8)	0.90	0.36	2.78	0.90	0.90
条件式 (9)	0.71	0.75	0.69	0.72	0.74

【 0 1 0 7 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルカメラ（光学機器）の実施形態を図 2 1 を用いて説明する。

【 0 1 0 8 】

図 2 1 において、1 0 はカメラ本体、1 1 は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、1 2 は被写体像を観察するためのファインダーである。

【 0 1 0 9 】

1 3 はストロボ装置、1 4 は測定窓、1 5 はカメラの動作を知らせる液晶表示窓、1 6 はリリースボタン、1 7 は各種のモードを切り替える走査スイッチである。

【 0 1 1 0 】

このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【 0 1 1 1 】

【発明の効果】

本発明によれば、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【 0 1 1 2 】

この他本発明によれば、負、正、正、の屈折力のレンズ群より成る 3 群ズームレンズにおいて、製造敏感度が低く、コストが低減され、変倍時の射出瞳変動が小さく、倍率色収差を含み変倍全域で良好な光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【 0 1 1 3 】

この他本発明によれば第 2 群のレンズ構成枚数を少なくしつつ、変倍の際に移動するレンズ群の収差分担を減らし、製造誤差によるレンズ群相互の偏心等での性能劣化を少なくし、製造の容易なことや、第 3 群の変倍時の移動軌跡を最適にすることでズーム中間での結像性能を良好にして変倍全域にて良好な性能とし、かつ射出瞳を像面から十分に遠ざけ、第 1 群の変倍に伴う移動距離を低減してメカニカルカムに好適な構成とすることのできるズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

数値実施例 1 のズームレンズの光学断面図である。

【図 2】

数値実施例 1 のズームレンズの広角端における収差図である。

【図 3】

数値実施例 1 のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。

【図 4】

数値実施例 1 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【図 5】

数値実施例 2 のズームレンズの光学断面図である。

【図 6】

数値実施例 2 のズームレンズの広角端における収差図である

【図 7】

数値実施例 2 のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。

【図 8】

数値実施例 2 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【図 9】

数値実施例 3 のズームレンズの光学断面図である。

【図 1 0】

数値実施例 3 のズームレンズの広角端における収差図である。

【図 1 1】

数値実施例 3 のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。

【図 1 2】

数値実施例 3 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【図 1 3】

数値実施例 4 のズームレンズの光学断面図である。

【図 1 4】

数値実施例 4 のズームレンズの広角端における収差図である。

【図 1 5】

数値実施例 4 のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。

【図 1 6】

数値実施例 4 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【図 1 7】

数値実施例 5 のズームレンズの光学断面図である。

【図 1 8】

数値実施例 5 のズームレンズの広角端における収差図である。

【図 1 9】

数値実施例 5 のズームレンズの中間のズーム位置における収差図である。

【図 2 0】

数値実施例 5 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【図 2 1】

本発明の光学機器の要部概略図である。

【符号の説明】

L 1 第 1 群

L 2 第 2 群

L 3 第 3 群

S P 絞り

I P 像面

d d 線

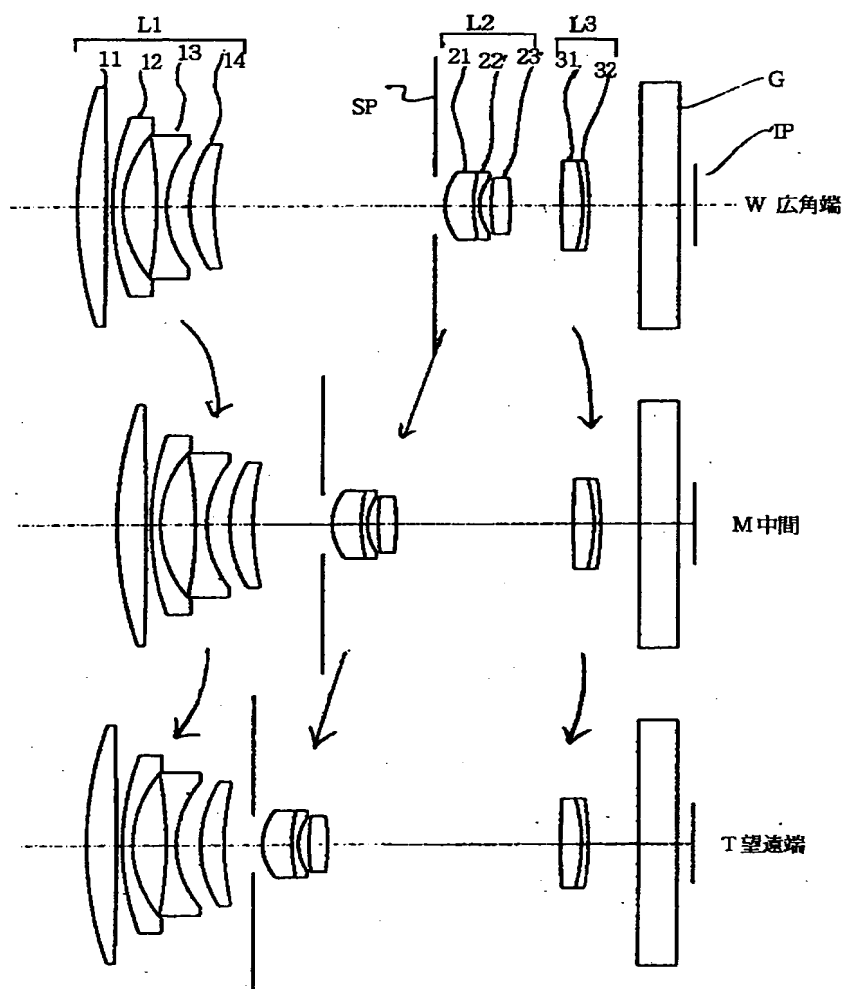
g g 線

S サジタル像面

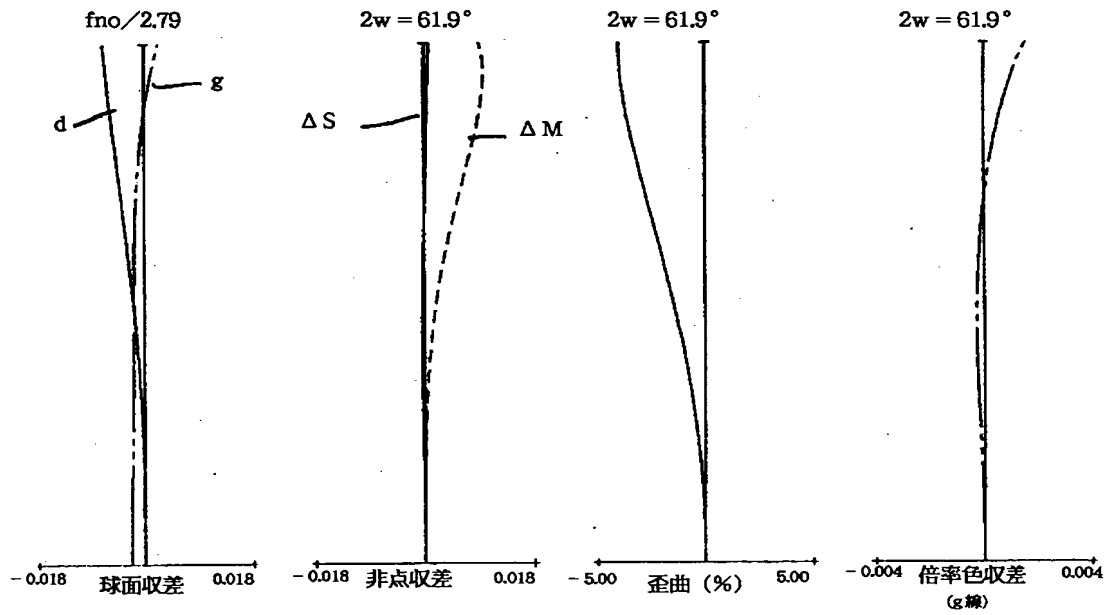
M メリディオナル像面

【書類名】 図面

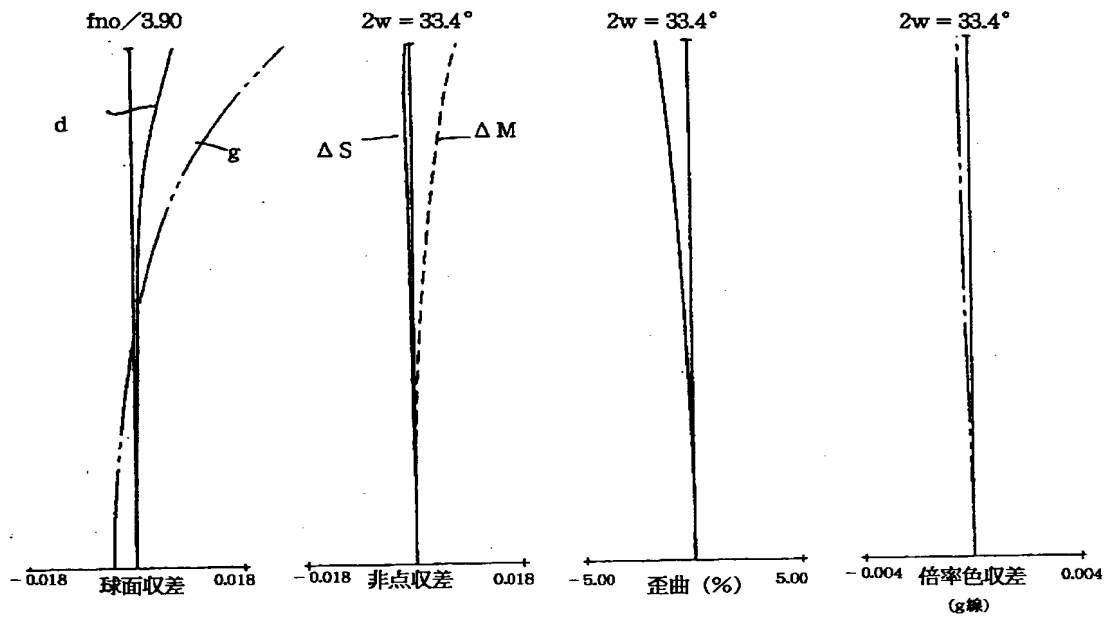
【図 1】



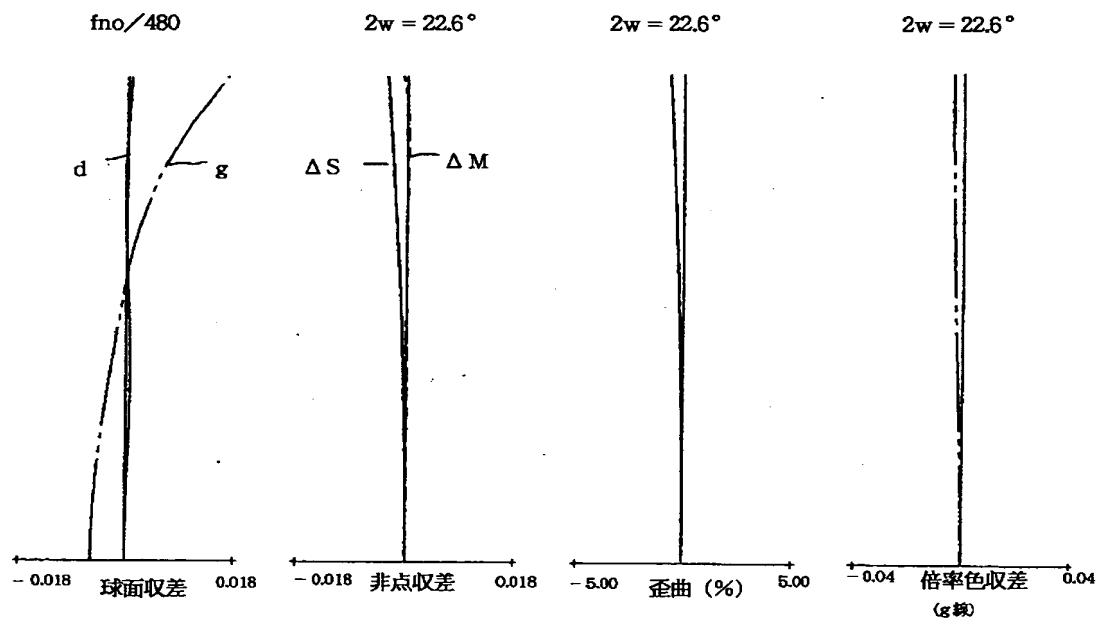
【图 2】



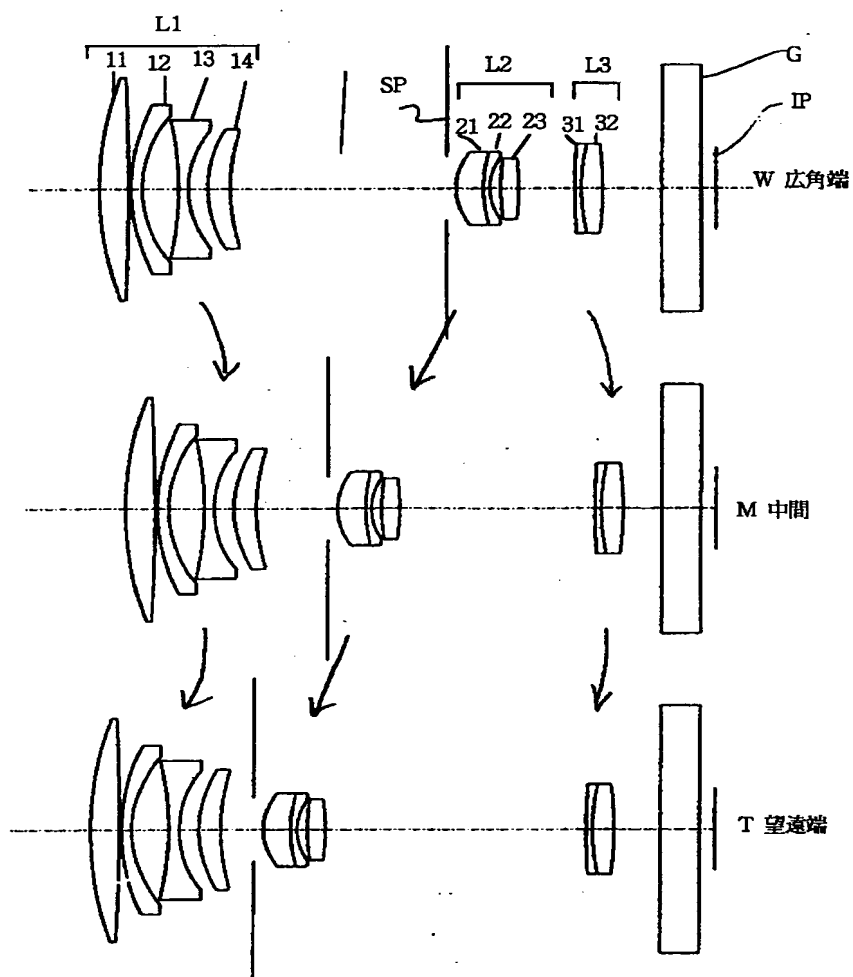
【図 3】



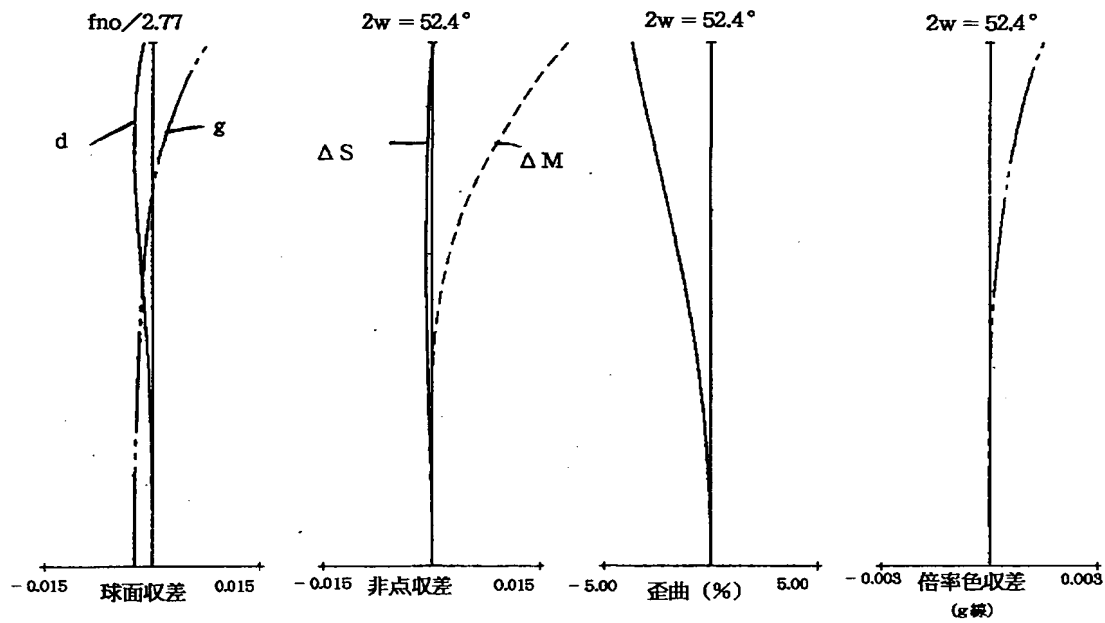
【图 4】



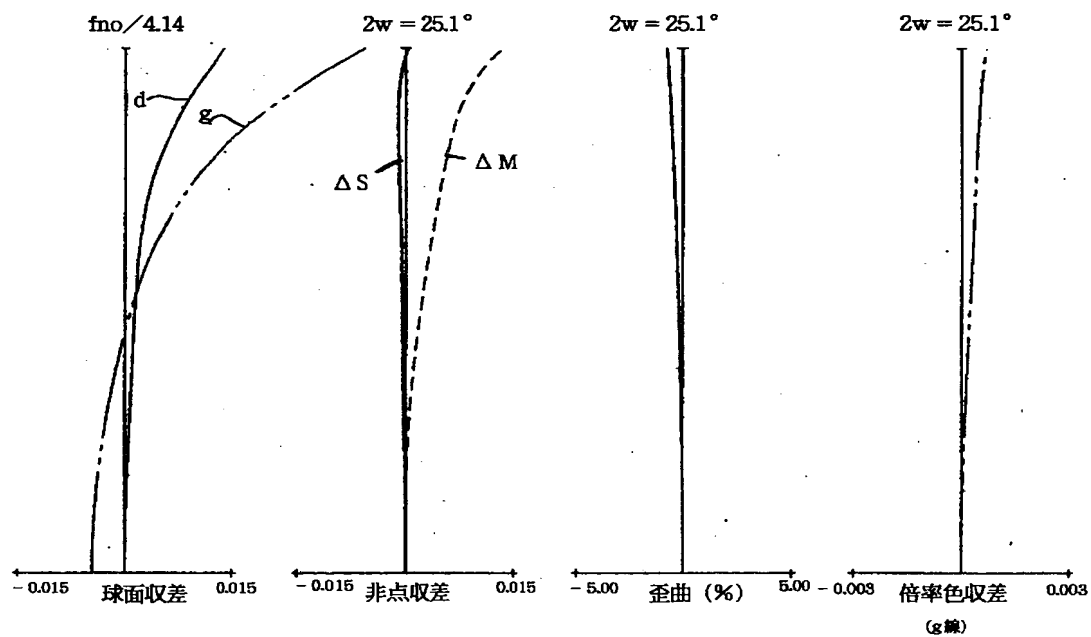
【図 5】



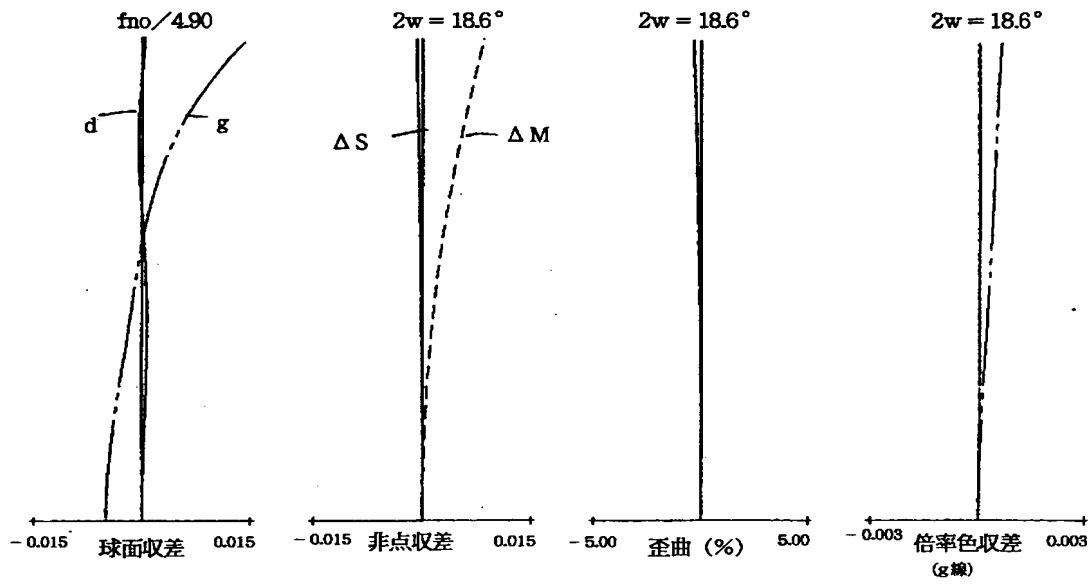
【图 6】



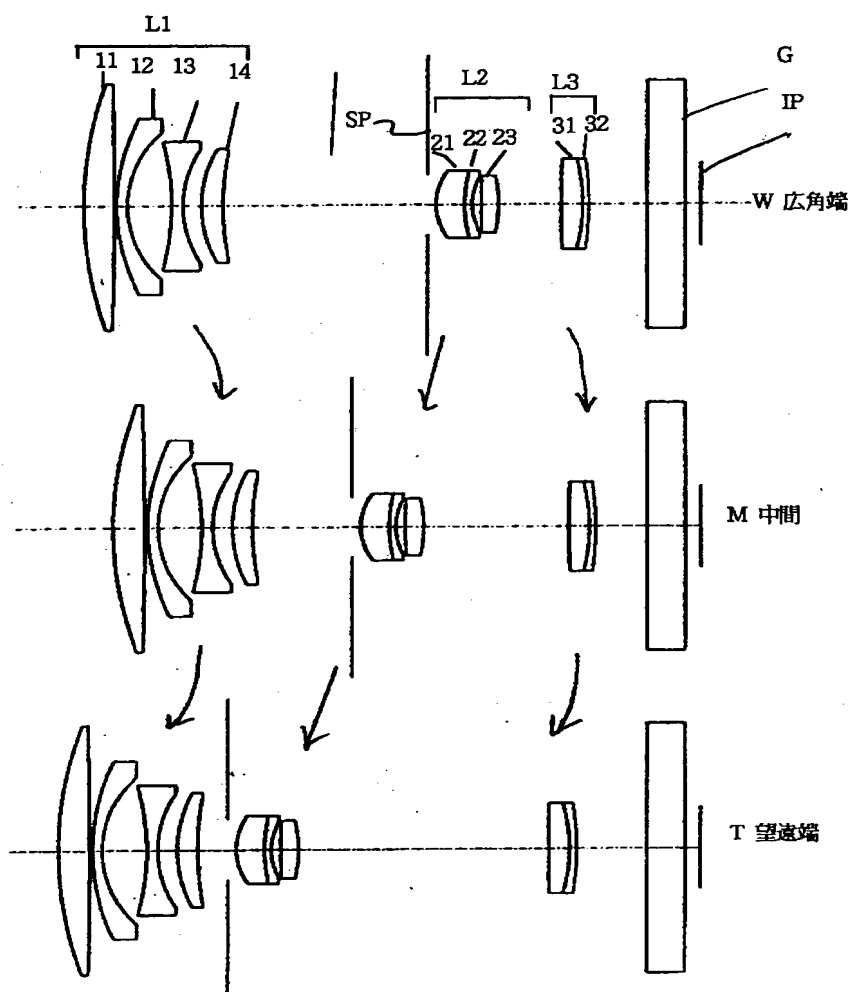
【图 7】



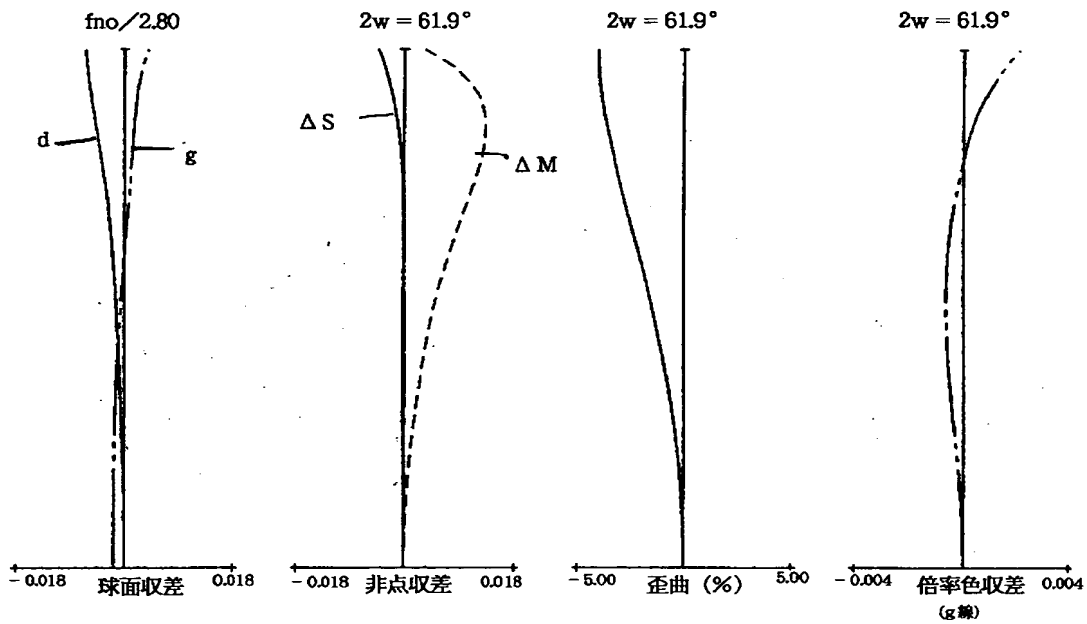
【図 8】



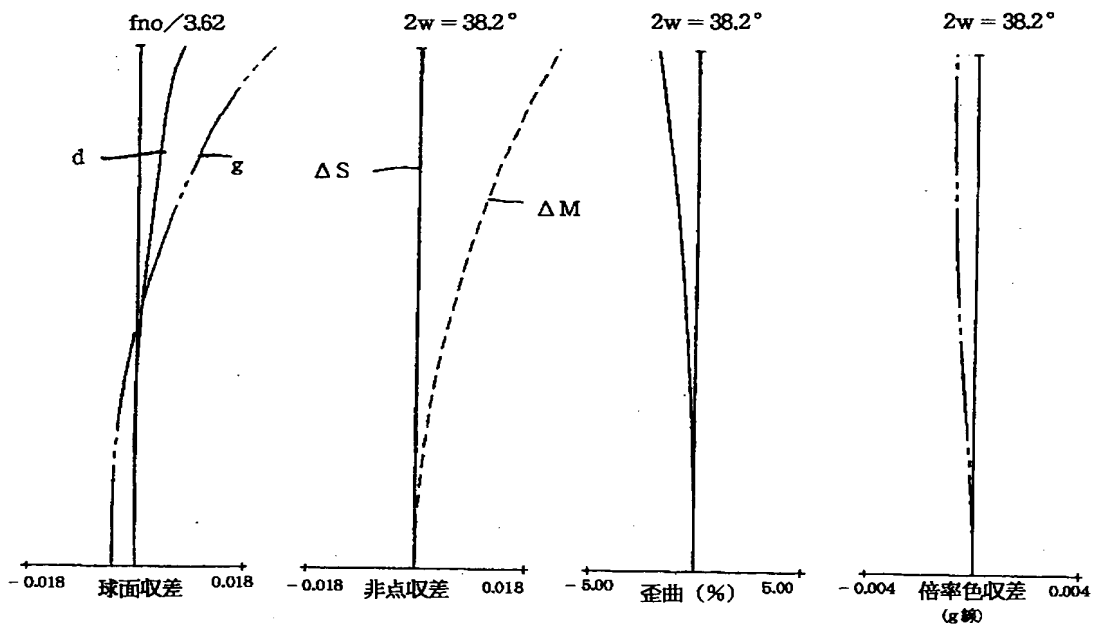
【図9】



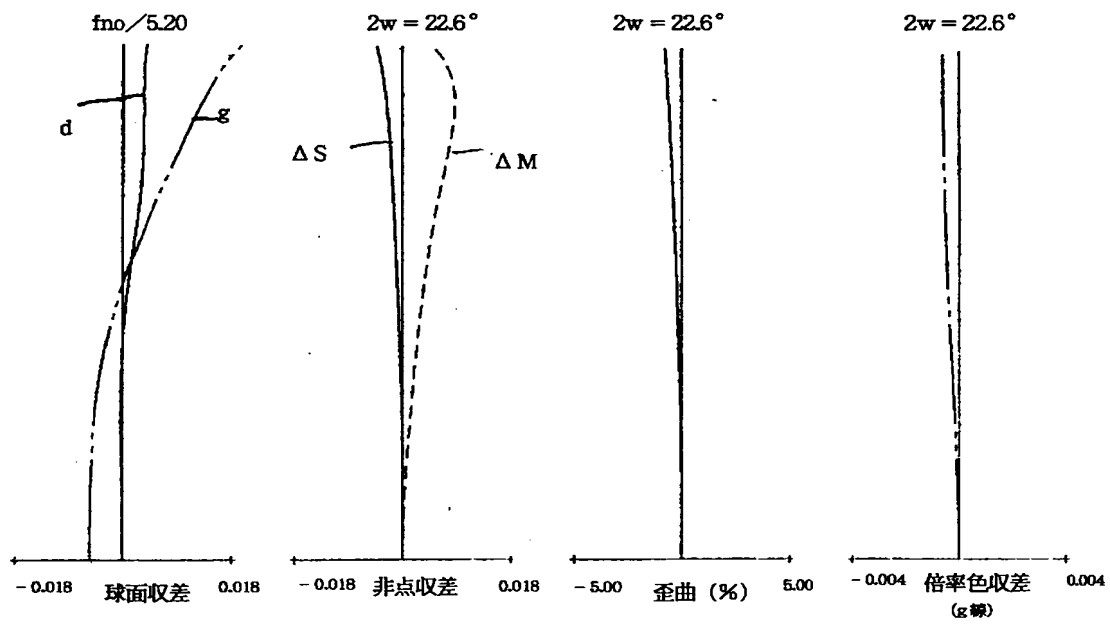
【図 10】



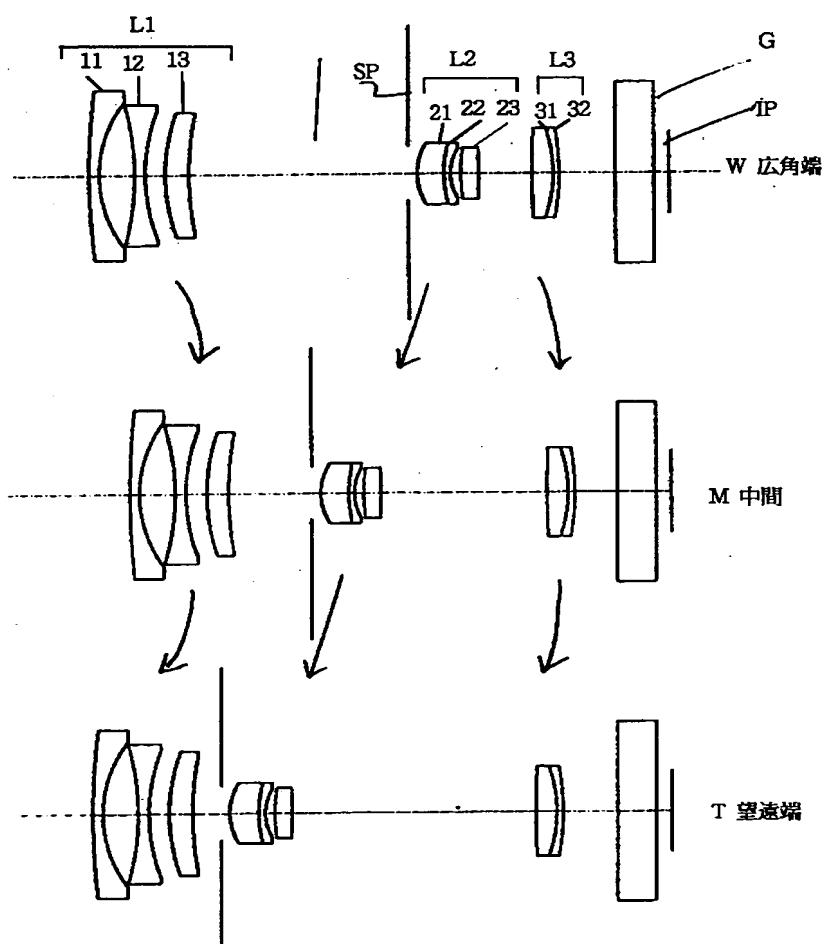
【図 11】



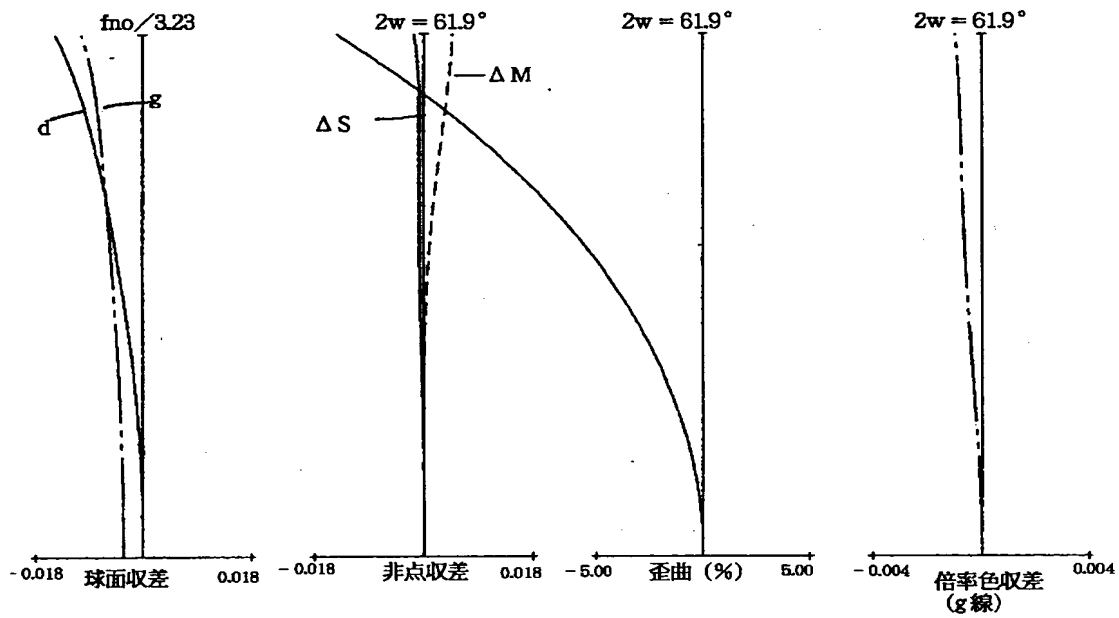
【図 1 2】



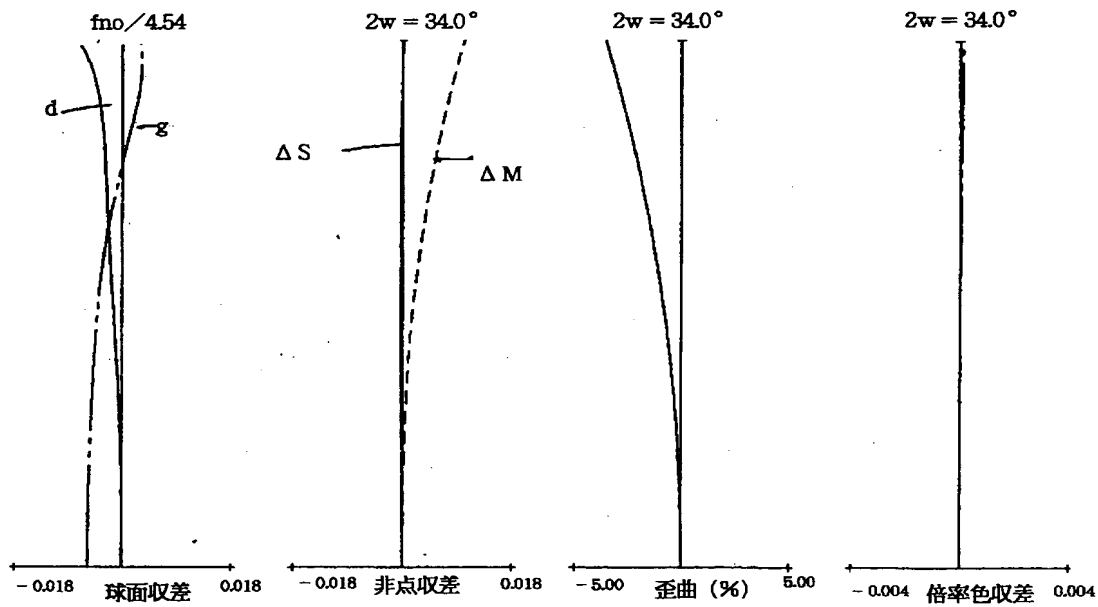
【図 1 3】



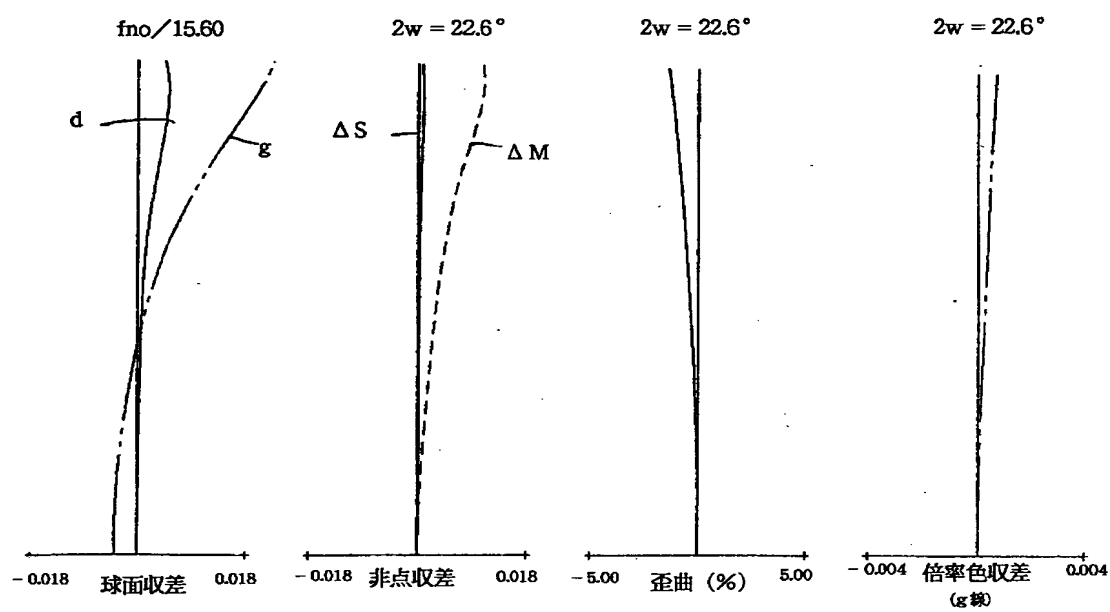
【图 14】



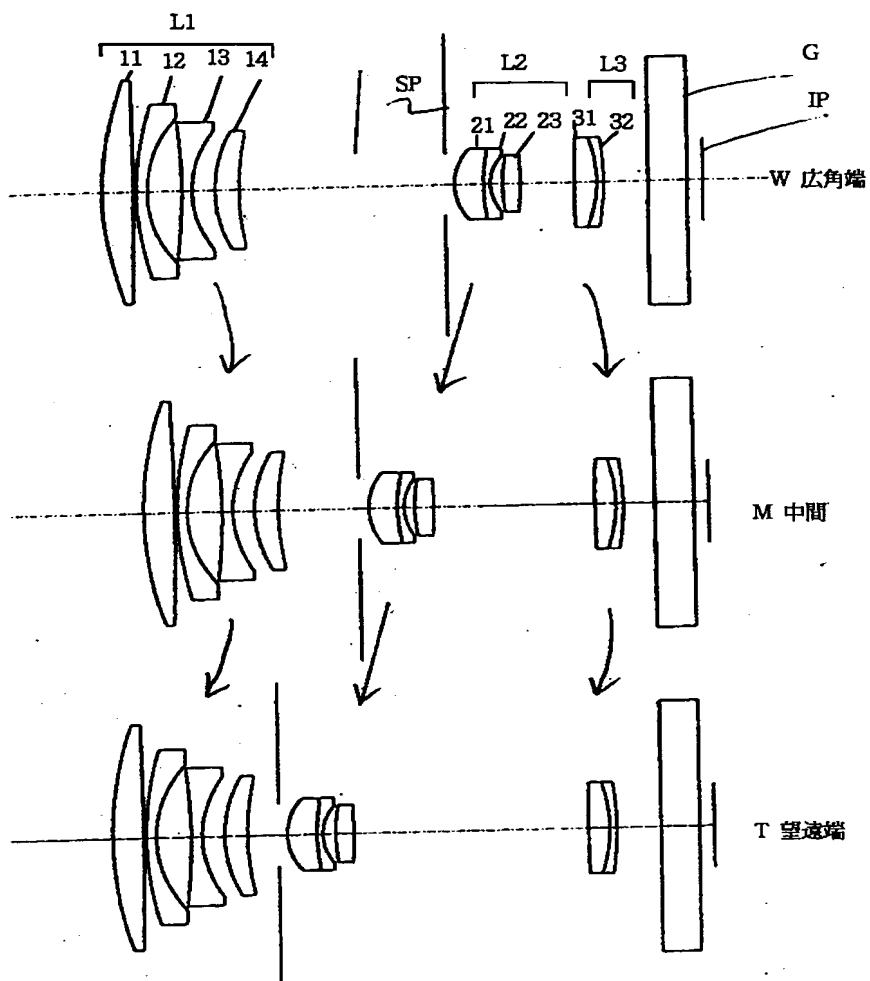
【图 15】



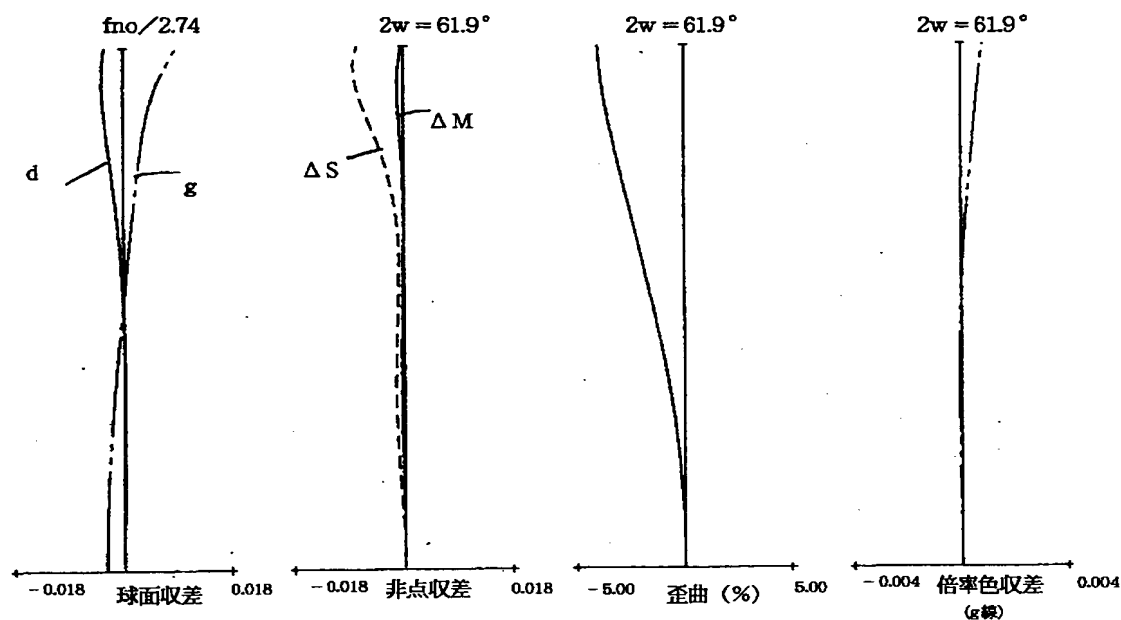
【図 16】



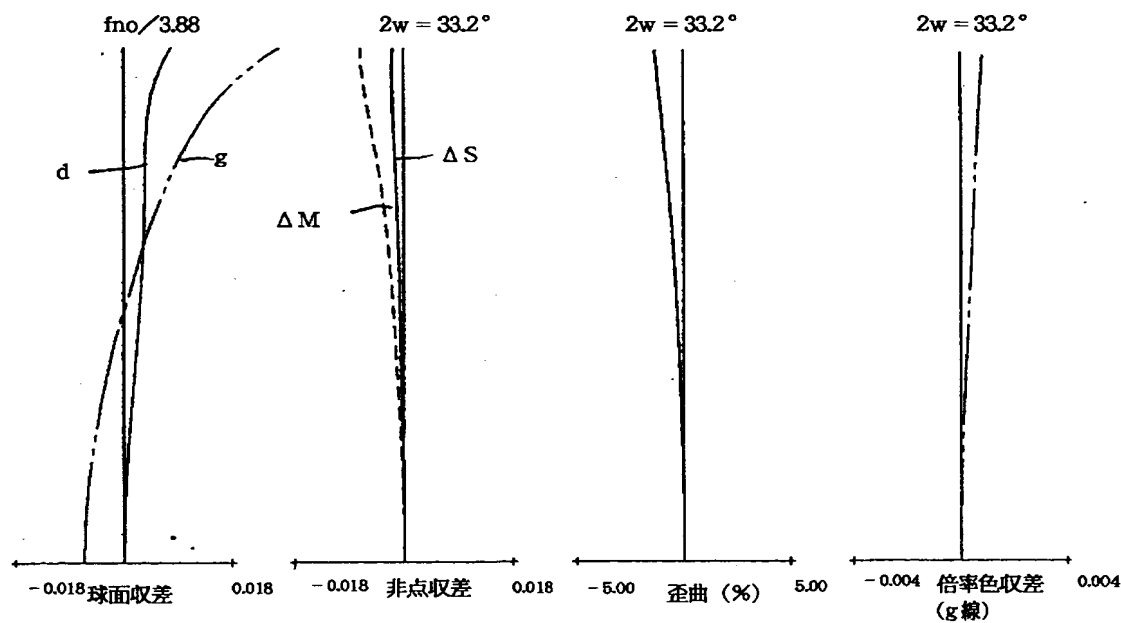
【図 17】



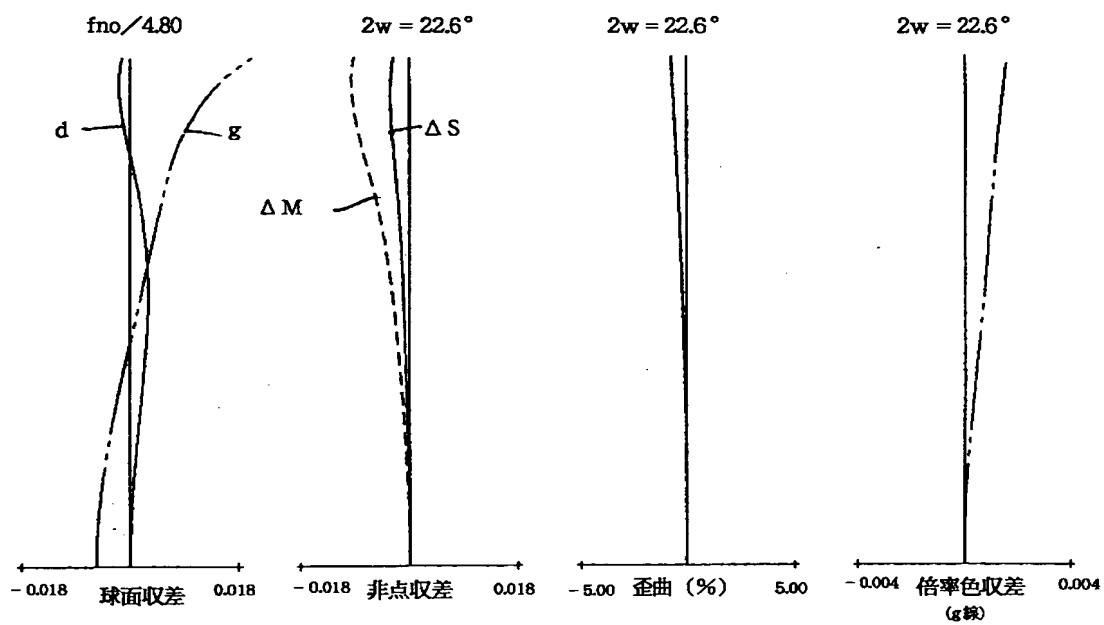
【図 18】



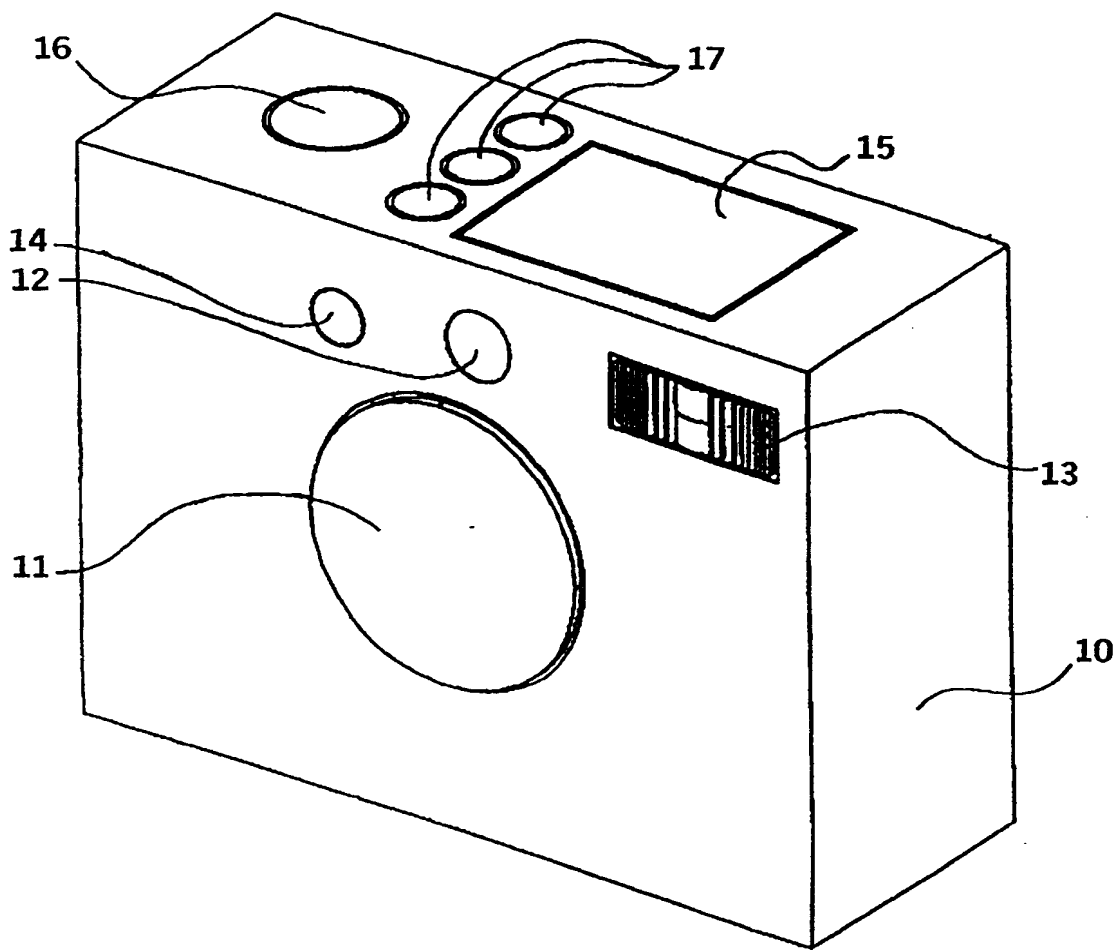
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 各レンズ群の製造誤差による光学性能劣化を低減し諸収差が良好に補正された3つのレンズ群よりなるズームレンズ及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群の3つの群を有し、広角端から望遠端への変倍時に第1群と第2群との間隔は縮まり、第2群と第3群との間隔は広がるズームレンズにおいて、

該第3群は変倍時光軸に沿って移動するとともに正レンズと負レンズで構成された接合レンズを有し、第*i*群の構成レンズ枚数を NL_i としたとき

$$NL_3 < NL_2 \leq NL_1$$

の条件式を満足すること。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社